

УДК 504.57

І. М. Нетробчук – кандидат географічних наук, доцент
кафедри екології та охорони навколишнього середовища
Волинського державного університету імені Лесі Українки

Оцінка якості поверхневих вод правобережних приток басейну Прип'яті у Волинській області

*Роботу виконано на кафедрі екології та охорони
навколишнього середовища ВДУ ім. Лесі Українки*

Проаналізовано різні методи комплексних оцінок якості води. Розраховано індекси забруднення води. Встановлено джерела забруднення та клас якості води.

Ключові слова: оцінка якості води, індекс забруднення, джерело забруднення, клас якості води, показники, методи.

Netrobochuk I. M. The Evaluation of Quality of Surface Water of Right Bank Tributaries of Prypyat's River Basin in Volyn Region. The different methods of complex evaluation of water's quality are analyzed. The indexes of water's pollution are calculated. The sources of their pollution and class of water's quality are indicated.

Key words: evaluation of water's quality, an index of pollution, a source of pollution, class of water's quality, indexes, methods.

Кінець XX століття ознаменований катаклізмами, що частково пов'язані з проблемою чистоти поверхневих вод – загрозою масових кишкових інфекцій, погіршенням якості питної води, зниженням біопродуктивності поверхневих вод та самоочисної їх здатності. Тому проблема чистої води в багатьох країнах світу є найголовнішою. І це справедливо, оскільки діяльність людини в епоху науково-технічного прогресу призвела до погіршення якості води і режиму річкового стоку, перетворення багатьох річок на канали та мережу водосховищ і ставків.

Проблема комплексного оцінювання якості води на сучасному етапі має важливе і першочергове значення. Ця проблема займає центральне місце у водоохоронній діяльності. Комплексний підхід до оцінки забруднення поверхневих вод дає можливість мати уявлення про характер та ступінь забрудненості поверхневих вод зростаючою кількістю хімічних речовин, пов'язаних із посиленням антропогенного навантаження на водні об'єкти. Розробка методів оцінки якості води за допомогою умовних показників, що комплексно враховують різні властивості поверхневих вод, є однією з важливих проблем, яка має багаторічну історію, тому тема дослідження є актуальною.

Питаннями вивчення оцінки якості води займався С. Яковлев (1991), який запропонував визначати індекс якості води за сукупністю основних показників залежно від видів водокористування [3]. Й. Гриб (1991) розробив концепцію екологічної класифікації якості поверхневих вод. Трохи пізніше (1992) А. Яциком була розроблена методика комплексної оцінки стану річкових басейнів із водогосподарських позицій. Є пропозиції оцінювати якість води малих річок за допомогою графічного методу [3; 7]. В його основі лежить складання модель-карти та виведення екологічного коефіцієнта якості води [3, 108]. Результати досліджень, які стосуються індексу забрудненості води, висвітлено в працях С. Кукурудзи "Гідроєкологічні проблеми суходолу" (1999), С. Сніжко "Оцінка та прогнозування якості природних вод" (2001). Питанням оцінки забрудненості вод річок басейну Дніпра присвячено багато статей, серед яких слід відзначити праці В. Хільчевського, В. Маринича, В. Савицького (2002). Екологічними проблемами забруднення поверхневих вод Волинської області займалася Л. Чижевська (2002), а вивченням інтегрального екологічного індексу екосистеми басейну річки Західний Буг у межах Волинської області – М. Боярин (2006).

Метою роботи було обчислення за сукупністю показників екологічних індексів якості води правобережних приток басейну річки Прип'ять та встановлення ступеня забрудненості річки й екологічного стану її басейну.

Для досягнення мети необхідне вирішення таких завдань: опрацювати різні методи визначення комплексної оцінки якості води; обробити систему гідрохімічних показників води щодо чинних нормативів для конкретного виду водокористування; розрахувати екологічні індекси якості води за методом, розробленим Й. В. Грибом, і графічним способом визначити клас якості води і фактори антропогенного навантаження на стан правобережних приток басейну Прип'яті.

Вихідними даними для виконання роботи слугували матеріали лабораторного аналізу води контрольних створів, проведених спеціалістами Державного управління екології і природних ресурсів у Волинській області. В процесі написання роботи були використані такі методи: збір статистичної інформації, опрацювання літературних джерел, графічний, математичний, порівняльно-географічний.

На теперішній час в Україні та в інших країнах світу розроблена досить велика кількість критеріїв комплексної оцінки якості поверхневих прісних вод. Одні класифікації належать до бактеріологічних та фізико-хімічних, в основу інших покладена гідробіологічна оцінка забрудненості вод. Кожен із них дає змогу отримувати важливу інформацію, а при їх застосуванні разом – оцінювати водне середовище з екологічних позицій [7].

Оцінка якості води за хімічними показниками вважається досить трудомістким завданням, оскільки воно базується на порівнянні середніх концентрацій, які спостерігаються в пунктах контролю якості вод, з встановленими нормами (ГДК) для кожного інгредієнта. Більшість із запропонованих сьодні комплексних показників отримано шляхом об'єднання та узагальнення численних часткових показників у один інтегруючий, який дає змогу характеризувати різні становища водних об'єктів [4]. Звернемо увагу на характеристики найбільш відомих комплексних показників цього напрямку.

Нині існує ряд спроб характеризувати ступінь забрудненості води за допомогою одного узагальненого показника (індексу забрудненості I_z), який дорівнює середньому арифметичному відношенню:

$$I_z = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ГДК_i}, \quad (1)$$

за інгредієнтами зі значенням $C_i / ГДК_i \geq 1$, де C_i – фактична концентрація i -го хімічного показника; $ГДК$ – гранично допустима концентрація i -го хімічного компонента; n – кількість інгредієнтів.

Головна небезпека полягає у прояві синергізму, коли присутність однієї речовини посилює токсичність іншої або коли дві токсичні речовини створюють сполуку, токсичність якої значно вища, ніж початкові (наприклад, сполуки іонів важких металів і деяких органічних кислот).

Й. В. Грибом запропоновано комплексний екологічний індекс стану річкових екосистем визначати залежно від чисельності визначуваних параметрів (гідрохімічних (I_A), трофо-сапробіологічних (I_B) та токсикологічних (I_C)):

$$I_B = \sum \frac{C_{i\text{фак}} / C_{i\text{опт}}}{n}, \quad (2)$$

де: $C_{i\text{фак}}$ – фактична концентрація i -го гідрохімічного або трофосапробіологічного фактора; $C_{i\text{опт}}$ – оптимальна (або $ГДК$) концентрація i -го гідрохімічного фактора; n – кількість показників [2].

Гідрохімічний (I_A) – блок сольового складу, який включає мінералізацію води, вміст сульфатів та хлоридів; трофосапробіологічний (I_B) – блок еколого-санітарних характеристик, що включає вміст завислих речовин, XCK , BCK_5 , розчинений кисень, азот амонійний, нітратний, нітритний, фосфати, біомаса фітопланктону, індекс сапробності; токсикологічний (I_C) – блок специфічних характеристик токсичної та радіаційної дії: мідь, хром, марганець, цинк, феноли, нікель тощо.

Тоді комплексний екологічний індекс стану водних екосистем визначається за формулою (2) або (3):

$$I_e = \frac{I_{A\text{max}} + I_{B\text{max}} + I_{C\text{max}}}{3} \quad (3)$$

В екологічній класифікації значення I_e для п'яти класів води складають: I клас – еталон $<1,0$ (природні сукцесії ГБЦ); II клас – стан добрий $<3,0$ (розхитування системи); III клас – стан задовільний $<8,0$ (випадання окремих видів); IV клас – стан перехідний $<21,0$ (порушення трофічних зв'язків); V клас – стан незадовільний $>21,0$ (колапс, екологічна криза) [2].

У довіднику “Малі річки України” (1991) для визначення комплексної оцінки якості поверхневих вод вміщено модель-карту у вигляді кругової діаграми зі шкалами-радіусами. Ціна поділки такої шкали-радіуса відповідає максимальному значенню так званого лімітуючого показника якості води, а кількість радіусів дорівнює кількості гідрохімічних характеристик, що визначаються. За лімітуючі беруться характеристики, які найбільше відповідають певним умовам використання: санітарно-гігієнічним, рибогосподарським, меліоративно-зрошувальним тощо.

Серед показників – ті, що визначають вміст органічної речовини – хімічне споживання кисню за перманганатною окиснюваністю; біохімічне споживання кисню (п'ятидобове); біогенних компонентів – азотної групи і фосфатів; газовий режим – насичення води розчиненим киснем (у відсотках), а також завислі речовини.

На відповідні радіуси наносяться фактичні значення характеристик. З'єднання отриманих точок дає діаграму фактичного стану.

$$I_e = F_{\text{факт.}} / F_{\text{опт.}}, \quad (4)$$

де: $F_{\text{факт.}}$ – площа діаграми, обмеженої фактичними значеннями гідрохімічних показників; $F_{\text{опт.}}$ – площа оптимуму, $F_{\text{опт.}} = \pi \cdot r^2$.

Умовні позначення: центральне заштриховане коло – екологічний оптимум; крапкова штриховка – антропогенне забруднення (фактичні дані гідрохімічних аналізів).

Нанесення на діаграму фактичної зміни гідрохімічних характеристик показує стан води річки, за яким можна розглядати можливі джерела забруднення, а відношення площі, зайнятої діаграмою фактичного забруднення, до площі, зайнятої оптимальними значеннями нормованих показників, дає сумарний екологічний індекс якості води – I_e . За оптимум беруться значення першого класу екологічної класифікації якості поверхневих вод [3, 108].

Клас якості води: I – дуже чиста – $<0,3$; II – чиста – $>0,3-1$; III – помірно забруднена – $>1-2,5$; IV – забруднена – $>2,5-4$; V – брудна – $>4-6$; VI – дуже брудна – $>6-10$; VII – надзвичайно брудна – >10 .

Останнім часом розроблено багато інших методик комплексної оцінки якості води, проте більшість з них надзвичайно громіздкі, потребують даних вмісту у воді таких компонентів, які нечасто визначаються контролюючими органами, або ж неодноразово використовують складний математичний апарат.

Проаналізувавши різні підходи до методів визначення оцінки якості води, ми в роботі використали два найбільш ефективні методи, не тільки прості для виконання, а й досить інформативні, тобто які дають змогу систематизувати дані за кілька років, простежити динаміку змін показників та спрогнозувати наслідки подальшого забруднення: метод побудови порівняльної діаграми екологічного стану водних об'єктів та визначення індексу якості води від чисельності визначуваних параметрів гідрохімічного, трофосапробіологічного та токсикологічного блоків.

Розрахунок екологічного індексу якості води виконано за гідрохімічними даними, отриманими в 2003–2005 рр. на річках Прип'ять, Турія, Стохід.

За розрахунками по сольовому блоку екологічний індекс найменший за дані роки в річці Стохід і становить $I_A = 0,251$ (2004), для Прип'яті – $0,497$, найбільший для р. Турія – відповідно $1,819$, особливо влітку 2004 р. За вмістом солей поверхневі води басейну за середнім значенням показників належать до першого та другого класів якості води.

Отримані результати по трофо-сапробіологічному блоку свідчать про те, що найбільше значення характерне для р. Турія і становить $I_B = 4,70$ (2004), для р. Прип'яті відповідно $1,69$ (2004), а найменшим воно є для р. Стохід – $1,03$ (2003).

Екологічні індекси по блоку специфічних показників токсичної та радіаційної дії коливаються в різних межах, найменшим він є для Стоходу і становить $I_C = 0,298$, Турії – $0,524$, а найбільшим – для р. Прип'ять – $0,708$.

У цій роботі факторні індекси визначалися за відношенням максимальних значень однієї з характеристик у кожній групі до їх регламентованих величин, а загальний екологічний індекс I_E як середнє арифметичне значення від трьох факторних індексів (табл. 1). Це відповідає принципу оцінки можливості виникнення у водоймах кризових ситуацій.

Отримані результати екологічних індексів дають змогу зробити висновок про те, що найбільш забрудненою виявилася р. Турія ($2,09$), в найкращому стані перебуває р. Прип'ять ($1,53$), відносно чистим є Стохід ($0,77$). Якщо розглянути індекси забруднення за роками, то у 2004 р. найбільш забрудненими були Стохід і Турія, а Прип'ять такою була в 2003 р.

За показниками першим двом річкам відповідає другий клас, тобто розхитування системи, третій – перший клас, що характеризує її як природні сукцесії, ГБЦ – еталон.

Таблиця 1

Оцінка екологічної якості поверхневих вод правобережних приток басейну Прип'яті із загальним індексом I_E (за матеріалами спостережень 2003–2005 рр.)*

Рік	Назва водного об'єкта	I_A	I_B	I_C	I_E
2003	Стохід	0,294	1,000	0,215	0,505
		0,498	0,538	0,163	0,390
		0,332	0,440	0,185	0,300
2004		0,251	1,620	0,216	0,710
		0,849	1,200	0,298	0,770
		0,62	0,570	0,255	0,490
		1,053	1,070	0,085	0,710
2005		0,398	0,890	0,118	0,470
		0,611	1,400	0,060	0,690
		0,339	0,360	0,172	0,290
Турія	2003	0,347	3,930	0,153	1,450
		0,743	2,090	0,272	1,000
		0,755	3,150	0,231	1,410
	2004	1,277	4,400	0,524	2,070
		1,819	3,100	0,229	1,710
		1,364	4,700	0,155	2,090
	2005	0,785	1,480	0,463	0,920
		0,723	1,800	0,377	0,960
Прип'ять	2003	0,497	0,520	0,491	0,500
		0,521	1,030	0,708	0,740
		0,753	0,550	0,133	1,530
		0,662	0,850	0,145	0,580
	2004	0,551	0,890	0,078	0,530
		0,497	0,650	0,238	0,480
	2005	0,627	1,000	0,206	0,600
		0,573	0,840	0,132	0,510

*Складено за матеріалами Управління екології та природних ресурсів у Волинській області.

Для побудови моделей-карт якості води досліджуваних річок обрано ті індекси, які є найбільшими за методикою Й. В. Гриба, тобто взято максимальні значення для кожної річки в пік її забруднення.

Розрахунки індексів якості води I_E графічним способом становлять для р. Турія 8,54 – 6 клас якості води (дуже брудна); для р. Стохід він становитиме 0,897 – 2 клас якості води (чиста); для р. Прип'ять 0,424 – 2 клас якості води (чиста).

Таким чином, за розрахунками видно, що для р. Турія екологічна рівновага порушена, а щодо р. Стохід, Прип'ять можна сказати про непорушність або відновлюваність екологічної рівноваги.

Для прикладу в роботі на рис. 1 показана модель-карта Турії, оскільки ця річка виявилась найбільш брудною.

Більша частина басейну річки Турія розорана й урбанізована. Основне джерело забруднення – місто Ковель, зокрема, підприємство “Ковельводоканал” (3744,1 тис. м³/рік нормативно очищених зворотних вод). Значного забруднення також завдають такі підприємства, як “Комо”, Ковельський м'ясокомбінат, “Сільмаш”, автопідприємства. До гирлової ділянки стан стабілізується, однак на всій протяжності відчувається вплив скидів міста.

Найбільшими забрудниками басейну р. Прип'ять є Ратнівське (127,4 тис. м³/рік), Камінь-Каширське (84,8 тис. м³/рік), Старовижівське (58,8 тис. м³/рік) ВУЖКГ.

Річка Стохід протікає через населені пункти, які не мають підприємств, що можуть значно впливати на якісний стан водойми, тому вона є найчистіша у Волинській області. Коефіцієнт екологічного навантаження на неї найменший, крім змиву із сільськогосподарських угідь.

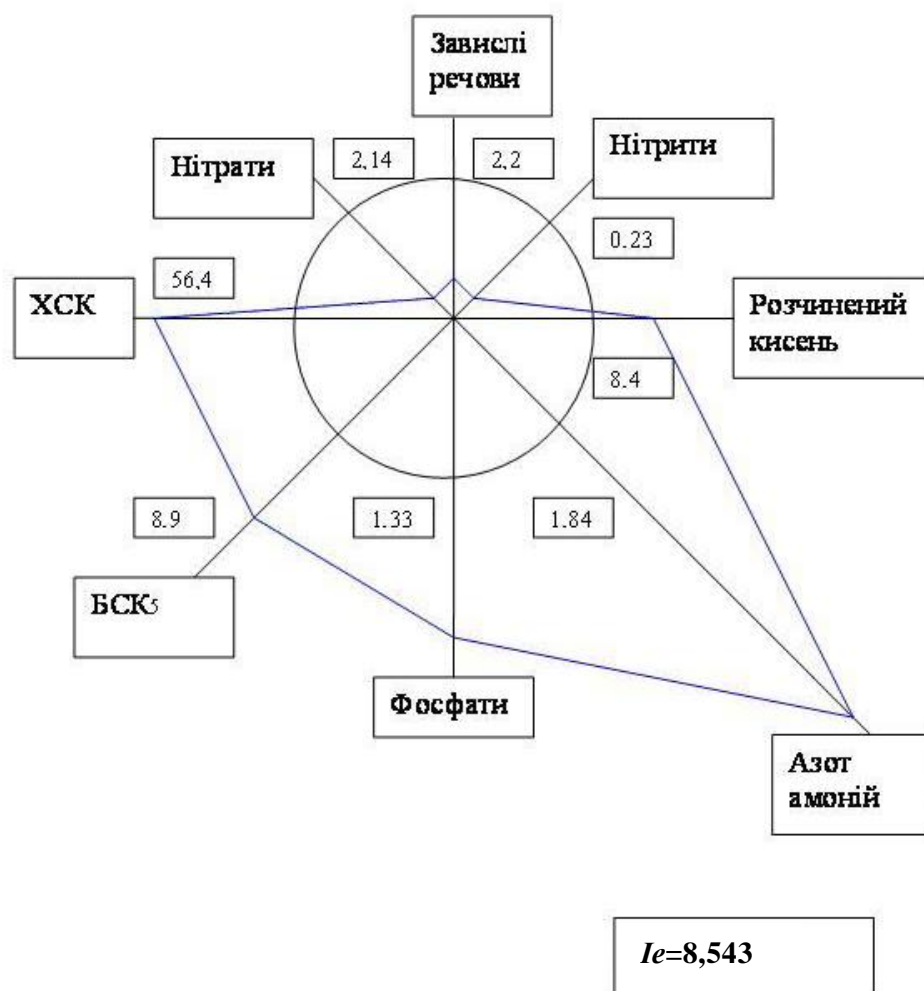


Рис. 1. Модель-карта визначення індексу якості води для створу річки Турія

Отже, в результаті дослідження оцінки якості поверхневих вод правобережних приток басейну Прип'яті можна зробити висновок, що, незалежно від застосовуваних методик, найбільш забрудненою виявилась р. Турія з екологічними індексами відповідно першої і другої методики (2,09; 8,54); Прип'ять (1,53; 0,42) і Стохід (0,77; 0,89) – чисті.

Результати дослідження можуть бути використанні для уніфікації методики екологічної оцінки стану річкових басейнів та озер; для створення системи екологічного моніторингу та комп'ютерної обробки даних спостережень за поверхневими водами; для ефективного управління станом поверхневих вод і відновлення порушених річкових екосистем.

Література

1. Боярин М. В. Інтегральний екологічний індекс екосистеми басейну річки Західний Буг // Наук. вісн. ВДУ ім. Лесі Українки. Серія: Географ. науки.– 2006.– № 2.– С. 171–175.
2. Гриб Й. В. О периодичности характеристик в экологической классификации качества поверхностных вод // Гидробиологический журн.– 1993.– № 3.– С. 38–43.
3. Кукурудза С. І. Гідроекологічні проблеми суходолу.– Л.: Світ, 1999.– С. 101–113.
4. Сніжко С. І. Оцінка та прогнозування якості природних вод.– К.: Ніка-Центр, 2001.– 264 с.
5. Хільчевський В. К., Маринич В. В., Савицький В. М. Порівняльна оцінка якості річкових вод басейну Дніпра // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія.– К.; Луцьк: РВВ ЛДТУ, 2002.– Т. 4.– С. 167–169.
6. Чижевська Л. Т. Екологічні проблеми поверхневих вод Волинської області // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія.– К.; Луцьк: РВВ ЛДТУ, 2002.– Т. 4.– С. 164–166.

7. Яцик А. В., Романенко В. Д. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями.– К., 1998.– 28 с.

Адреса для листування:
43005 Луцьк, вул. 8 Березня, 4/24.
Тел. 4-89-47 (сл.).

Статтю подано до редколегії
12.12.2006 р.